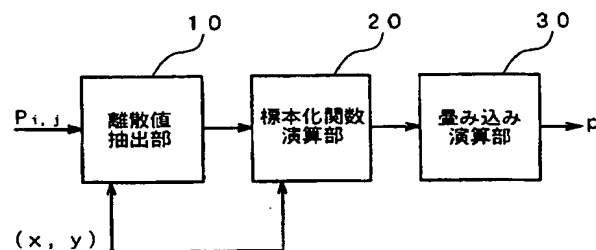




(51) 国際特許分類6 G06F 17/17	A1	(11) 国際公開番号 WO99/38091 (43) 国際公開日 1999年7月29日(29.07.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00266 (22) 国際出願日 1999年1月25日(25.01.99) (30) 優先権データ 特願平10/27770 1998年1月26日(26.01.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 フルーエンシー研究所 (FLUENCY RESEARCH & DEVELOPMENT CO., LTD.)[JP/JP] 〒143-0023 東京都大田区山王2丁目5番6-213号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 寅市和男(TORAICHI, Kazuo)[JP/JP] 〒350-1305 埼玉県狭山市入間川1-14-2 Saitama, (JP) 和田耕一(WADA, Kouichi)[JP/JP] 〒305-0042 茨城県つくば市下広岡725-26 Ibaraki, (JP) (74) 代理人 弁理士 雨貝正彦(AMAGAI, Masahiko) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目7番26号 ワコーレ新宿第1ビル803号室 雨貝特許事務所 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL DATA INTERPOLATING SYSTEM

(54) 発明の名称 二次元データ補間方式



10 ... DISCRETE VALUE EXTRACTING SECTION
 20 ... SAMPLING FUNCTION OPERATING SECTION
 30 ... CONVOLUTION OPERATING SECTION

(57) Abstract

A two-dimensional data interpolating system by which the operating quantity can be decreased and few errors are produced. A data processor comprises a discrete value extracting section (10) for performing interpolation between pieces of discrete data arranged at predetermined intervals on a two-dimensional space, a sampling function operating section (20), and a convolution operating section (30). The discrete value extracting section (10) extracts discrete data included in a predetermined range around a point concerned to be an object, and the sampling function operating section (20) calculates, when the position of the point concerned is specified, the value of the interpolating position based on the distance between the point concerned and the discrete data by using a sampling function of finite support which can be differentiated only once over the whole region. The convolution operating section (30) multiplies the values of the sampling functions calculated by the sampling function operating section (20) by the values of the discrete data, adds up the products, thus performing convolution operation and outputting the interpolation value.

演算量を減らすことができ、しかも誤差の少ない二次元データ補間方式を提供することを目的とする。データ処理装置は、二次元空間上に所定間隔で配置された離散データ間の補間処理を行うために離散値抽出部 10、標本化関数演算部 20、畳み込み演算部 30 を含んで構成される。離散値抽出部 10 は、補間対象となる着目点の周囲の所定範囲に含まれる離散データを抽出し、標本化関数演算部 20 は、着目点の位置が指定されたときに、着目点と各離散データとの距離に基づいて、全域で 1 回だけ微分可能であって有限台の標本化関数を用いて補間位置の値を計算する。そして、畳み込み演算部 30 は、標本化関数演算部 20 によって演算された複数個の標本化関数の値のそれぞれに各離散データの値を乗算し、その結果を加算して畳み込み演算を行うことにより、補間値を出力する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア 共和国	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ			TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	ML	マリ	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CM	カメルーン	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KR	韓国	RU	ロシア		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン		

明 細 書

二次元データ補間方式

技術分野

本発明は、二次元空間上に配置された離散データ間の値を補間する二次元データ補間方式に関する。なお、本明細書においては、関数の値が局所的な領域で0以外の有限の値を有し、それ以外の領域で0となる場合を「有限台」と称して説明を行うものとする。

背景技術

従来から、予め与えられた標本値間の値を求めるデータ補間方法として、標本化関数を用いてデータ補間を行う手法が知られている。

第7図は、従来から知られている sinc 関数と称される標本化関数の説明図である。この sinc 関数は、ディラックのデルタ関数を逆フーリエ変換したときに現れるものであり、 $t=0$ の標本点のみで1になり、他の全ての標本点では0となる。具体的には、 sinc 関数は、標本化周波数を f としたときに、

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(kT) \frac{\sin \pi f(t - kT)}{\pi f(t - kT)} \quad \dots(1)$$

によって表される。この(1)式によれば、 sinc 関数による補間は、 $\sin \{ \pi f (t - k T) \} / \pi f (t - k T)$ という関数を時間軸方向に $k T$ ずつずらし、標本値と掛け合わせて加える、いわゆる畳み込み演算を行うことにより実現されることが分かる。

第8図は、第7図に示した標本化関数を用いたデータ補間の説明図である。同図に示すように、各標本点以外の値は、全ての標本値を用いて補間される。

また、上述したデータ補間の手法を用いて画像等の二次元データの補間を行うこともできる。画像データの補間処理に用いられる従来の手法としては、最近接内挿法、共1次内挿法、3次畳み込み内挿法等が知られている。

例えば、3次畳み込み内挿法によって、内挿したい(補間したい)画像データ

の値を求める場合に、着目点を挟んでx方向、y方向のそれぞれについて前後2画素ずつの離散データを P_{11} 、 P_{12} 等とすると、補間データの値 P は、

$$P = [f(y_1)f(y_2)f(y_3)f(y_4)] \begin{bmatrix} P_{11}P_{21}P_{31}P_{41} \\ P_{12}P_{22}P_{32}P_{42} \\ P_{13}P_{23}P_{33}P_{43} \\ P_{14}P_{24}P_{34}P_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x_1) \\ f(x_2) \\ f(x_3) \\ f(x_4) \end{bmatrix} \quad \dots(2)$$

によって計算される。

ここで、 $f(t)$ は、

$$f(t) = \frac{\sin \pi t}{\pi t} \approx \begin{cases} 1 - 2|t|^2 + |t|^3 & (0 \leq |t| < 1) \\ 4 - 8|t| = 5|t|^2 - |t|^3 & (1 \leq |t| < 2) \\ 0 & (2 \leq |t|) \end{cases} \quad \dots(3)$$

であり、上述したsinc関数を3次関数で近似したものである。

ところで、上述したsinc関数を標本化関数として用いる場合には、理論的には $-\infty$ から $+\infty$ までの標本点に対応した各標本化関数の値を畳み込みによって加算することにより、正確な補間値を得ることができる。しかし、実際に各種のプロセッサ等によって上述した補間演算を行おうとすると、有限区間で処理を打ち切ることになるために、打ち切りによる誤差が生じ、少ない標本値を用いて補間演算を行った場合には十分な精度が得られないという問題があった。

例えば、(2)式に示した3次畳み込み内挿法による場合には、計算を簡単にするために、sinc関数を3次関数で近似するとともに、強制的に2画素分以上離れた画素の影響はないものとして計算を行っており、誤差が多くなる。また、(2)式から分かるように、x方向についての計算とy方向についての計算を別々に行っており、斜め方向に存在する画素の影響が考慮されていない。実際には、斜め方向に存在する画素も横方向(x方向)や縦方向(y方向)に存在する画素と同等な影響を補間位置に及ぼしていると考えられるため、斜め方向の画素の影響を無視して求めた補間データの値にはその分だけ誤差が含まれることになる。

発明の開示

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、演算量を減らすことができ、しかも誤差の少ない二次元データ補間方式を提供することにある。

本発明の二次元データ補間方式は、有限回微分可能であって有限台の値を有する標本化関数を用いて、二次元空間上に等間隔に配置された離散データ間の補間演算を行っており、この有限台の区間に含まれる離散データのみを補間演算の対象とすればよいため、演算量が少なく、しかも打ち切り誤差が全く生じないため良好な補間精度を得ることができる。

特に、上述した標本化関数としては、有限台の区間の全域にわたって1回だけ微分可能な関数を用いることが好ましい。自然界に存在する各種の信号は、滑らかに変化しているため微分可能性が必要であると考えられるが、その微分可能回数は必ずしも無限回である必要はなく、むしろ1回だけ微分可能であれば十分に自然現象を近似できると考えられる。

このように、有限回微分可能であって有限台な標本関数を用いることにより数々の利点があるが、従来はこのような条件を満たす標本化関数が存在しないと考えられていた。ところが、本発明者の研究によって、上述した条件を満たす関数が見いだされた。

具体的には、本発明が適用される標本化関数 $H(t)$ は、3階Bスプライン関数を $F(t)$ としたときに、 $-F(t+1/2)/4 + F(t) - F(t-1/2)/4$ で求めることができる。この標本化関数 $H(t)$ は、全域で1回だけ微分可能であって、 $t = \pm 2$ において値が0に収束する有限台の関数であり、上述した2つの条件を満たす。このような関数 $H(t)$ を用いて、離散データ間の補間を行うことにより、演算量が少なく、しかも精度の高い補間演算を行うことができる。したがって、例えば離散データとして二次元空間に存在する画像データを考えた場合には、精度の高いリアルタイム処理が可能になる。

また、上述した3階Bスプライン関数 $F(t)$ は、 $-3/2 \leq t < -1/2$ については $(4t^2 + 12t + 9)/4$ で、 $-1/2 \leq t < 1/2$ については $-2t^2 + 3/2$ で、 $1/2 \leq t < 3/2$ については $(4t^2 - 12t + 9)/4$ で

表すことができ、このような二次関数による区分多項式によって上述した標本化関数の演算を行うことができるため、その演算内容が比較的簡単で演算量を少なくすることができる。

また、上述したようにBスプライン関数を用いて標本化関数を表すのではなく、二次の区分多項式で表現することもできる。具体的には、 $-2 \leq t < -3/2$ については $(-t^2 - 4t - 4)/4$ で、 $-3/2 \leq t < -1$ については $(3t^2 + 8t + 5)/4$ で、 $-1 \leq t < -1/2$ については $(5t^2 + 12t + 7)/4$ で、 $-1/2 \leq t < 1/2$ については $(-7t^2 + 4)/4$ で、 $1/2 \leq t < 1$ については $(5t^2 - 12t + 7)/4$ で、 $1 \leq t < 3/2$ については $(3t^2 - 8t + 5)/4$ で、 $3/2 \leq t \leq 2$ については $(-t^2 + 4t - 4)/4$ で定義される標本化関数を用いることにより、上述した補間処理を行うことができる。

また、本発明の二次元データ補間方式では、上述した補間演算を行うために、離散データ抽出手段、標本化関数演算手段、畳み込み演算手段を備えている。離散データ抽出手段によって、補間演算の対象となる着目点の周辺の所定範囲に存在する複数個の離散データが抽出される。標本化関数演算手段は、このようにして抽出された複数個の離散データのそれぞれについて、着目点と離散データまでの距離を t として標本化関数 $H(t)$ の値を計算し、畳み込み演算手段は、計算によって求められた複数個の標本化関数の値に対して畳み込み演算を行う。このように、抽出された複数個の離散データに対応して標本化関数の値を計算し、この結果に対して畳み込み演算を行うだけで、ある離散値間のデータ補間を行うことができ、補間処理に必要な処理量を大幅に減らすことができ、しかも上述したように有限台の標本化関数を用いることにより打ち切り誤差がなくなるため、処理の精度を上げることができる。また、着目点の周囲の所定範囲に含まれる全ての離散データについて標本化関数の値を計算しており、着目点に影響を与える離散データを同等に扱うことにより、補間誤差を低減することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本実施形態のデータ処理装置の構成を示す図、

第2図は、着目点の周辺で抽出される画素データの範囲を示す図、

第3図は、標本化関数演算部における演算で用いられる標本化関数の説明図、

第4図は、着目点と各画素との間の距離算出の説明図、

第5図は、各画素に対応させて着目点における標本化関数の値を計算する具体例を示す図、

第6図は、標本化関数の値が0となる間隔を各画素と着目点との相対的な方向に応じて変化させる場合の説明図、

第7図は、 sinc 関数の説明図、

第8図は、 sinc 関数を用いたデータ補間の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の二次元データ補間方式を適用した一実施形態のデータ処理装置は、有限回微分可能であって有限台の値を有する標本化関数を用いて、二次元空間に一定間隔で配置された各離散データ間の補間を行うことに特徴がある。以下、一実施形態のデータ処理装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

第1図は、本実施形態のデータ処理装置の構成を示す図である。同図に示すデータ処理装置は、入力される二次元空間上の離散データに基づいて補間処理を行うものであり、離散値抽出部10、標本化関数演算部20、畳み込み演算部30を含んで構成されている。以下、二次元空間上の離散データとしては、例えば画像の濃度データや色データ等からなる画像データを考えるものとする。

離散データ抽出手段としての離散値抽出部10は、順に入力される画素データの中から補間対象となる着目点の周囲の所定範囲に含まれる複数個を抽出して保持する。第2図は、着目点の周辺で抽出される画素データの範囲を示す図である。同図に示すように、補間対象となる着目点を p 、その座標を (x, y) とすると、この着目点 p を中心にして X 方向および Y 方向のそれぞれについて前後2画素分の矩形領域を抽出対象範囲として、この範囲に含まれる合計16個の画素データが離散値抽出部10によって抽出される。

標本化関数演算部20は、着目点 p の座標 (x, y) が指定されたときに、抽出された各画素データに対応する画素と着目点 p と距離を計算するとともに、各

画素と着目点との距離に基づいて標本化関数の値を計算する。標本値抽出部 10 から出力される 16 個の画素データのそれぞれについて標本化関数の値が計算される。

畳み込み演算部 30 は、標本化関数演算部 20 によって演算された 16 個の標本化関数の値のそれぞれに各画素データの値を乗算し、その結果を加算することにより 16 個の画素データに対応する畳み込み演算を行う。この畳み込み演算によって得られる値が、着目点に対応した補間値となる。

次に、上述したデータ処理装置によって行われるデータ補間処理の詳細を説明する。第 3 図は、標本化関数演算部 20 における演算で用いられる標本化関数の説明図である。第 3 図に示す標本化関数 $H(t)$ は、微分可能性に着目した有限台の関数であり、例えば全域において 1 回だけ微分可能であって、横軸に沿った標本位置 t が -2 から $+2$ のときに 0 以外の有限な値を有する有限台の関数である。また、 $H(t)$ は標本化関数であるため、 $t=0$ の標本点でのみ 1 になり、 $t=\pm 1, \pm 2$ の標本点において 0 になるという特徴を有する。

上述した各種の条件（標本化関数、1 回だけ微分可能、有限台）を満たす関数 $H(t)$ が存在することが本発明者の研究により確かめられている。具体的には、このような標本化関数 $H(t)$ は、3 階 B スプライン関数を $F(t)$ としたときに、

$$H(t) = -F(t + 1/2)/4 + F(t) - F(t - 1/2)/4$$

で定義することができる。

ここで、3 階 B スプライン関数 $F(t)$ は、

$$\begin{aligned} (4t^2 + 12t + 9)/4 & \quad ; -3/2 \leq t < -1/2 \\ -2t^2 + 3/2 & \quad ; -1/2 \leq t < 1/2 \\ (4t^2 - 12t + 9)/4 & \quad ; 1/2 \leq t < 3/2 \end{aligned}$$

で表される。

上述した標本化関数 $H(t)$ は、二次の区分多項式であり、3 階 B スプライン関数 $F(t)$ を用いているため、全域で 1 回だけの微分可能性が保証される有限台の関数となっている。また、 $t=\pm 1, \pm 2$ において 0 となる。

このように、上述した関数 $H(t)$ は、標本化関数であって、全域において 1

回だけ微分可能であり、しかも $t = \pm 2$ において 0 に収束する有限台の関数である。したがって、この標本化関数 $H(t)$ を用いて各画素データに基づく重ね合わせを行うことにより、離散的な画素データ間の値を 1 回だけ微分可能な関数を用いて補間することができる。

第 4 図は、標本化関数演算部 20 によって行われる着目点と各画素との間の距離算出の説明図であり、第 2 図に示す画像データの抽出範囲の一部が示されている。同図において、 $P_{i,j}$ は座標 (X_i, Y_j) の画像データの値を示しており、例えば着目画素の座標を $X = X_{i+1} + 0.5$ 、 $Y = Y_{j+1} + 0.2$ とする。

例えば、座標 (X_{i+1}, Y_j) の画素データ $P_{i+1,j}$ に対応する画素と着目点との距離 t_1 を計算する場合には、標本化関数演算部 20 は、これら 2 つの画素の X 座標の差 ΔX と Y 座標の差 ΔY を求めてこれらの値に基づいて距離 t_1 を計算する。画素データ $P_{i+1,j}$ の場合には、 $\Delta X = -0.5$ 、 $\Delta Y = -1.2$ となるため、距離 t_1 は、

$$\begin{aligned} t_1 &= \{ (0.5)^2 + (1.2)^2 \}^{1/2} \\ &= 1.3 \end{aligned}$$

となる。なお、隣接する画素間の X 方向と Y 方向の間隔をともに 1 とした。

同様に、座標 (X_{i+1}, Y_{j+1}) の画素データ $P_{i+1,j+1}$ に対応する画素と着目点との距離 t_2 を計算する場合には、標本化関数演算部 20 は、これら 2 つの画素の X 座標の差 ΔX ($= -0.5$) と Y 座標の差 ΔY ($= -0.2$) を求める。これらの値に基づいて、距離 t_2 は、

$$\begin{aligned} t_2 &= \{ (-0.5)^2 + (-0.2)^2 \}^{1/2} \\ &= 0.539 \end{aligned}$$

となる。

各画像データのそれぞれについて、対応する画素と着目点の距離が求まると、次に標本化関数演算部 20 は、各画素に対応する着目点における標本化関数の値を計算する。第 5 図に示すように、例えば、上述した $P_{i+1,j}$ については、標本化関数 $H(t)$ に距離 $t = t_1$ ($= 1.3$) を代入して $H(1.3)$ の値を計算する。同様に、上述した $P_{i+1,j+1}$ については、標本化関数 $H(t)$ に距離 $t = t_2$ ($= 0.539$) を代入して $H(0.539)$ の値を計算する。

このようにして、各画像データのそれぞれについて着目点に対応する標本化関数 $H(t)$ の値が求まると、畳み込み演算部 30 は、求まった標本化関数の値に各画素の画像データ $P_{i,j}$ 等を乗算し、この乗算結果を 16 個の画像データの全てについて加算することにより畳み込み演算を行って、着目点 p に対応する補間値 P を出力する。

このように、本実施形態のデータ処理装置は、標本化関数として全域で 1 回だけ微分可能な有限台の関数を用いているため、画素データ間の補間処理に必要な演算量を大幅に減らすことができる。これにより、画像における補間処理では膨大な処理データを扱った場合の処理装置の負担の軽減や処理時間の短縮が可能となる。

特に、処理の対象として合計 16 個の画素データのみを考慮すればよいために演算量を減らすことができることに加え、標本化関数が簡単な二次の区分多項式によって表現されているため、簡単な積和演算により標本化関数の値を求めることができ、この点からもさらに演算量を減らすことができる。

また、本実施形態で用いた標本化関数は有限台であるため、従来であれば処理対象の画素データを有限個に減らしときに生じる打ち切り誤差がなく、折り返し歪みの発生を防止して、誤差の少ない補間結果を得ることができる。

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、標本化関数を全域で 1 回だけ微分可能な有限台の関数としたが、微分可能回数を 2 回以上に設定してもよい。また、第 3 図に示すように、本実施形態の標本化関数は、 $t = \pm 2$ で 0 に収束するようにしたが、 $t = \pm 3$ 以上で 0 に収束するようにしてもよい。

また、上述した実施形態では、標本化関数 $H(t)$ の値が 0 になる間隔 t_0 を、隣接する画素間の X 方向および Y 方向の間隔 1 に設定したが、 45° 斜め方向に隣接する画素間隔 $\sqrt{2}$ に設定するようにしてもよい。この場合には、 $H(t/\sqrt{2})$ を計算することにより、上述した標本化関数をそのまま用いることができる。あるいは、上述した間隔 t_0 を、 $1 < a < \sqrt{2}$ を満たす値 a に設定するようにしてもよい。この場合には、 $H(t/a)$ を計算することにより、上述した標本化

関数をそのまま用いることができる。

また、標本化関数 $H(t)$ の値が 0 となる間隔 t_0 を、各画素と着目点との相対的な方向に応じて変化させるようにしてもよい。例えば、第 6 図に示すように、着目画素と標本化関数の演算対象となる画素とを結んだ方向に応じて間隔 t_0 を設定する。具体的には、着目画素と標本化関数の演算対象となる画素とを結んだ方向と水平方向あるいは垂直方向とのなす角を θ ($\leq 45^\circ$) としたときに、上述した間隔 t_0 を $1/\cos \theta$ に設定する。この場合には、 $H(t \times \cos \theta)$ を計算することにより、上述した標本化関数をそのまま用いることができる。

また、上述した実施形態では、B スプライン関数 $F(t)$ を用いて標本化関数 $H(t)$ を定義したが、二次の区分多項式を用いて標本化関数 $H(t)$ を、

$$\begin{array}{ll} (-t^2 - 4t - 4) / 4 & ; -2 \leq t < -3/2 \\ (3t^2 + 8t + 5) / 4 & ; -3/2 \leq t < -1 \\ (5t^2 + 12t + 7) / 4 & ; -1 \leq t < -1/2 \\ (-7t^2 + 4) / 4 & ; -1/2 \leq t < 1/2 \\ (5t^2 - 12t + 7) / 4 & ; 1/2 \leq t < 1 \\ (3t^2 - 8t + 5) / 4 & ; 1 \leq t < 3/2 \\ (-t^2 + 4t - 4) / 4 & ; 3/2 \leq t \leq 2 \end{array}$$

と等化的に表すこともできる。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明によれば、有限回微分可能であって有限台の値を有する標本化関数を用いて離散データ間の補間演算を行っており、この有限台の区間に含まれる離散データのみを補間演算の対象とすればよいため、演算量が少なく、しかも打ち切り誤差が全く生じないため誤差の少ない補間結果を得ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 有限回微分可能であって有限台の値を有する標本化関数を用いて、二次元空間上に等間隔に配置された複数の離散データに対応する畳み込み演算を行って、前記離散データ間の値を補間することを特徴とする二次元データ補間方式。

2. 前記標本化関数は、全域が1回だけ微分可能な関数であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の二次元データ補間方式。

3. 前記標本化関数は、3階Bスプライン関数を $F(t)$ としたときに、

$$H(t) = -F(t + 1/2) / 4 + F(t) - F(t - 1/2) / 4$$

で定義されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の二次元データ補間方式。

4. 前記3階Bスプライン関数 $F(t)$ は、

$$-3/2 \leq t < -1/2 \text{ については } (4t^2 + 12t + 9) / 4 \text{ で、}$$

$$-1/2 \leq t < 1/2 \text{ については } -2t^2 + 3/2 \text{ で、}$$

$$1/2 \leq t < 3/2 \text{ については } (4t^2 - 12t + 9) / 4 \text{ で表されること}$$

を特徴とする請求の範囲第3項記載の二次元データ補間方式。

5. 前記標本化関数は、

$$-2 \leq t < -3/2 \text{ については } (-t^2 - 4t - 4) / 4 \text{ で、}$$

$$-3/2 \leq t < -1 \text{ については } (3t^2 + 8t + 5) / 4 \text{ で、}$$

$$-1 \leq t < -1/2 \text{ については } (5t^2 + 12t + 7) / 4 \text{ で、}$$

$$-1/2 \leq t < 1/2 \text{ については } (-7t^2 + 4) / 4 \text{ で、}$$

$$1/2 \leq t < 1 \text{ については } (5t^2 - 12t + 7) / 4 \text{ で、}$$

$$1 \leq t < 3/2 \text{ については } (3t^2 - 8t + 5) / 4 \text{ で、}$$

$3/2 \leq t \leq 2$ については $(-t^2 + 4t - 4) / 4$ で定義されることを特徴とする請求の範囲第1項記載のデータ補間方式。

6. 補間演算の対象となる着目点の周辺の所定範囲に存在する複数の離散データを抽出する離散データ抽出手段と、

前記離散データ抽出手段によって抽出された前記複数の離散データのそれぞれについて、前記着目点と各離散データまでの距離を t として、前記標本化関数 $H(t)$ を計算する標本化関数演算手段と、

前記標本化関数演算手段によって計算された前記複数の離散データのそれぞれ

れに対応する前記標本化関数の値を加算して畳み込み演算を行うことにより前記着目点の値を求める畳み込み演算手段と、

を備えることを特徴とする請求の範囲第3項記載の二次元データ補間方式。

7. 補間演算の対象となる着目点の周辺の所定範囲に存在する複数の離散データを抽出する離散データ抽出手段と、

前記離散データ抽出手段によって抽出された前記複数の離散データのそれぞれについて、前記着目点と各離散データまでの距離を t として、前記標本化関数 $H(t)$ を計算する標本化関数演算手段と、

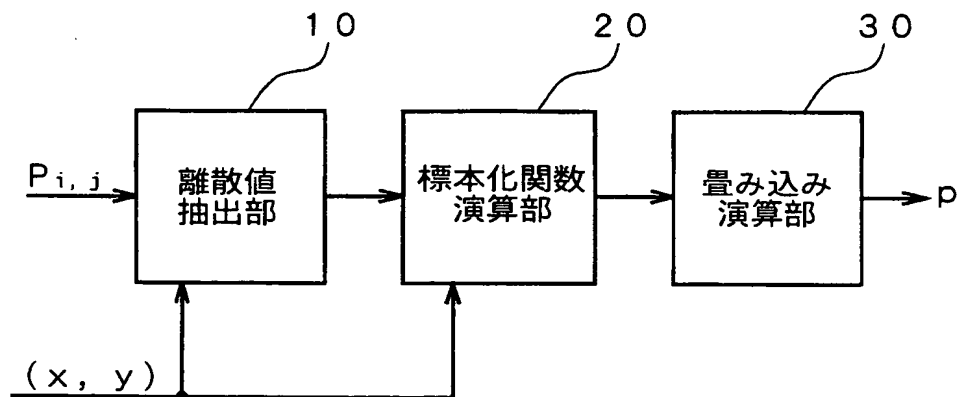
前記標本化関数演算手段によって計算された前記複数の離散データのそれぞれに対応する前記標本化関数の値を加算して畳み込み演算を行うことにより前記着目点の値を求める畳み込み演算手段と、

を備えることを特徴とする請求の範囲第5項記載の二次元データ補間方式。

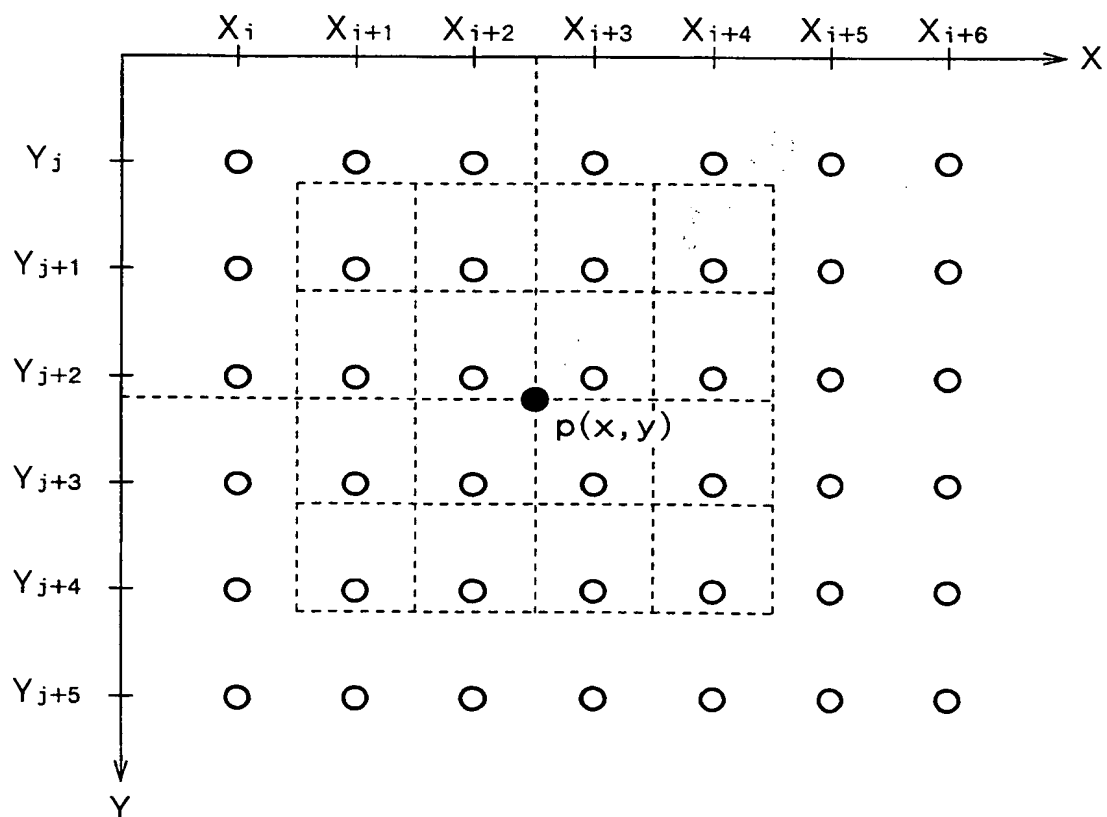
THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 / 4

第1図



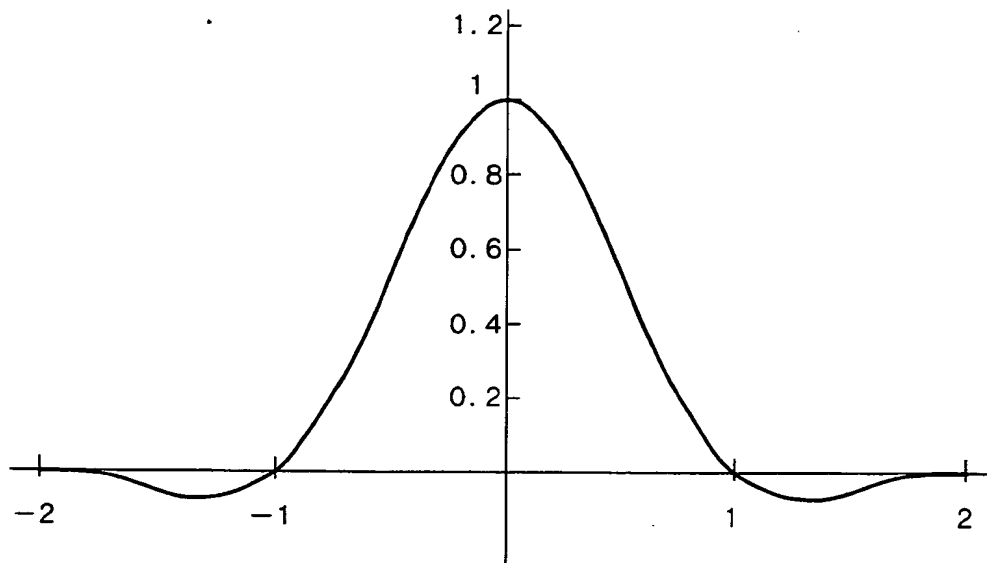
第2図



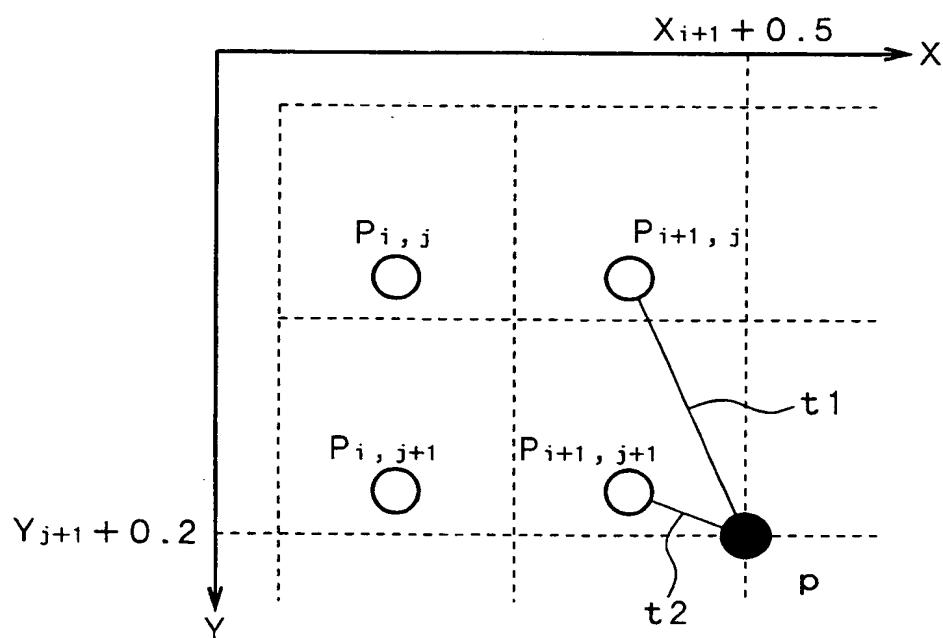
THIS PAGE BLANK (USPTO)

2 / 4

第3図



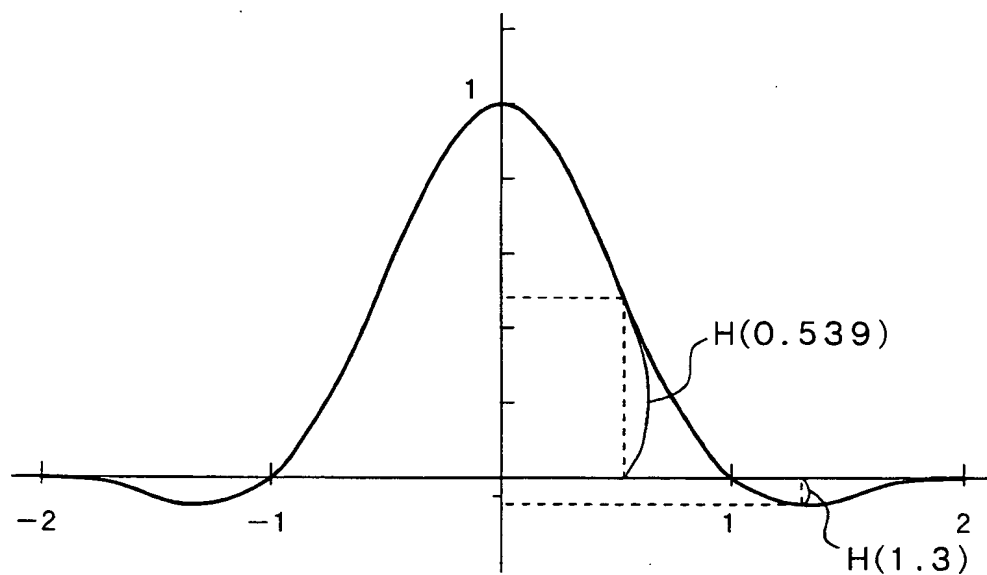
第4図



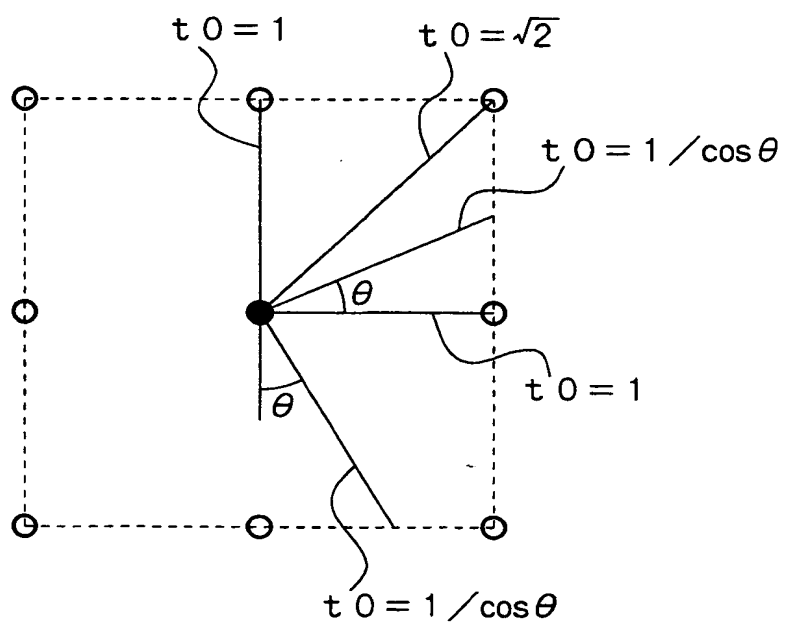
THIS PAGE BLANK (USPTO)

3 / 4

第5図



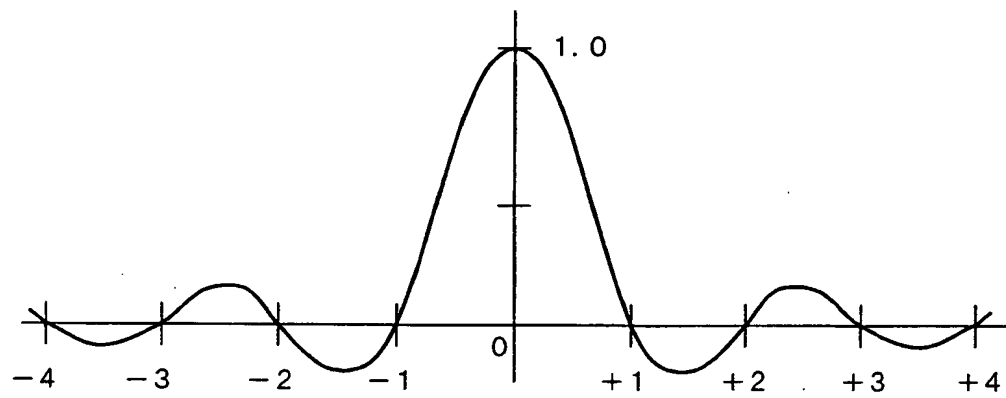
第6図



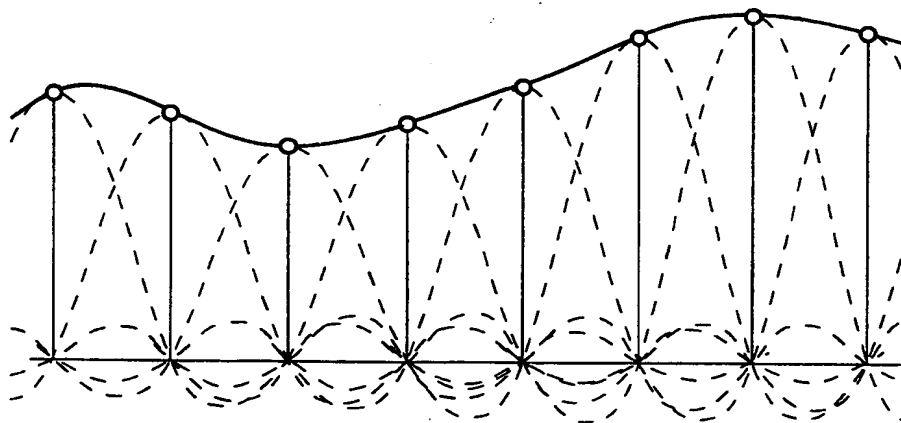
THIS PAGE BLANK (USPTO)

4 / 4

第7図



第8図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/00266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ G06F17/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ G06F17/17

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Masaru KAMADA et al., "Quadratic spline interpolator" In: International Journal of Systems Science, Vol. 27, No. 10 (1996) pp.977-983	1-7
X	Masaru KAMADA et al., "A Smooth Signal Generator Based on Quadratic B-spline Functions" In: IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 43, No. 5 (1995) pp.1252-1255	1-7
X	Masaru KAMADA et al., "A Quadratic Spline Generator Based on B-spline Functions" In: Proc. ICASSP 89, Vol. 2 (1989) pp.1243-1246	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
14 April, 1999 (14. 04. 99)

Date of mailing of the international search report
27 April, 1999 (27. 04. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/00266

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ G06F17/17

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ G06F17/17

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	Masaru KAMADA et al. 'Quadratic spline interpolator' In: International Journal of Systems Science, Vol. 27, No. 10 (1996) pp. 977-983	1-7
X	Masaru KAMADA et al. 'A Smooth Signal Generator Based on Quadratic B-spline Functions' In: IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 43, No. 5 (1995) pp. 1252-1255	1-7
X	Masaru KAMADA et al. 'A Quadratic Spline Generator Based on B-spline Functions' In: Proc. ICASSP 89, Vol. 2 (1989) pp. 1243- 1246	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.04.99

国際調査報告の発送日

27.04.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉田 耕一

5 L

9194

電話番号 03-3581-1101 内線 3561

THIS PAGE BLANK (USPTO)